

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-306745

⑪ Int. Cl.⁴H 04 L 25/02
1/00

識別記号

3 0 2

庁内整理番号

B-7345-5K
D-8732-5K

⑬ 公開 昭和63年(1988)12月14日

審査請求 未請求 発明の数 2 (全6頁)

⑭ 発明の名称 出力波形測定方法

⑮ 特 願 昭62-143011

⑯ 出 願 昭62(1987)6月8日

特許法第30条第1項適用 昭和62年3月15日 社団法人電子情報通信学会発行の「昭和62年電子情報通信学会創立記念総合全国大会講演論文集」にて発表

⑰ 発 明 者 西 本 央 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内
⑰ 発 明 者 宮 内 彰 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内
⑰ 発 明 者 峠 隆 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内
⑱ 出 願 人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
⑲ 代 理 人 弁理士 玉蟲 久五郎 外1名

明 細 書

1. 発明の名称 出力波形測定方法

2. 特許請求の範囲

(1) パルスパターン発生器のパルス信号を送信する送信回路のパルス出力波形を所与の識別レベルと識別位相とによって識別して2値化出力を発生する受信回路と、該受信回路の出力の符号誤り率を測定する誤り検出器とを具備する出力波形評価装置において、

等しい符号誤り率を与える前記識別レベルと識別位相との組合せの点を結ぶ等符号誤り率曲線を求める段階(101)と、

該等符号誤り率曲線によって送信回路の出力波形を評価する段階(102)と

を具備することを特徴とする出力波形測定方法。

(2) パルスパターン発生器のパルス信号を送信する送信回路のパルス出力波形を所与の識別レベルと識別位相とによって識別して2値化出力を発生す

る受信回路と、該受信回路の出力の符号誤り率を測定する誤り検出器とを具備する出力波形評価装置において、

該パルスパターン発生器のパルス波形をPN信号とワード信号とに変化したときの等しい符号誤り率を与える前記識別レベルと識別位相との組合せの点を結ぶ等符号誤り率曲線をそれぞれ求める段階(103)と、

該両等符号誤り率曲線を比較して送信回路の出力波形を評価する段階(104)と

を具備することを特徴とする出力波形測定方法。

3. 発明の詳細な説明

(概 要)

送信出力を識別する受信回路において等符号誤り率曲線を求めて、これによって送信波形の評価を行うことによって、送信波形のアイオーブニングの定量的な評価を行うことができるようにし、また送信波形のパルス波形をPN信号とワード信号とに変化したときの等符号誤り率曲線を求め、

これを比較して符号間干渉量を測定することによって、超高速においても、符号間干渉を把握することができるようにすることによって、出力波形を正確に評価できるようにする。

(産業上の利用分野)

本発明は超高速光出力波形等を測定する方法に係り、特にアイオープニング等の出力波形の評価と符号間干渉量の把握を正確に行うことができる出力波形測定方法に関するものである。

超高速光通信装置等においては、システムの信頼性が極めて高いことが要求され、従って受信側における符号誤り率が十分低いことが必要となる。そのためには光出力波形に対しサンプリングオシロスコープを使用してアイバターンの観察を行い、アイオープニングから出力波形の評価を行うとともに、出力波形の観察から符号間干渉を測定して、送信回路および受信回路の調整を行うようにするが、この場合アイオープニングの評価を正しく行うことができるとともに、符号間干渉を正しく把

握して、送信出力波形を正確に評価することができる出力波形測定方法が要望される。

(従来の技術)

従来、超高速光出力波形等を評価する場合には、超高速光受信回路で受光し高速のサンプリングオシロスコープを使用して波形を観測して、アイオープニングから目視によって光出力波形の評価を行うとともに、光出力波形の観測から符号間干渉の測定を行っていた。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら実際の光出力波形のアイオープニングは、従来の測定法では正しく評価することができないことが判明した。すなわち符号誤り率が大きい場合にはアイバターンの観察によって符号誤り率を推測することができるが、符号誤り率が十分小さい状態では、アイバターンを観察しても符号誤り率との関連を知ることが困難である。

また超高速信号の場合、サンプリングオシロス

コープによる観測で光出力波形における符号間干渉の測定を行おうとしても、測定器の性能上の限界のためにその正確な把握を行うことが困難であった。

(問題点を解決するための手段)

本発明はこのような従来技術の問題点を解決しようとするものであって、第1図にその原理的構成を示すようにパルスパターン発生器のパルス信号を送信する送信回路のパルス出力波形を所与の識別レベルと識別位相とによって識別して2値化出力を発生する受信回路と、この受信回路の出力の符号誤り率を測定する誤り検出器とを具えてなる出力波形評価装置において、第1図(a)に示すように等しい符号誤り率を与える前記識別レベルと識別位相との組合せの点を結ぶ等符号誤り率曲線を求める段階101と、この等符号誤り率曲線によって送信回路の出力波形を評価する段階102とを具えたものであり、また第1図(b)に示すようにパルスパターン発生器のパルス波形をPN信号

とワード信号とに変化したときの等しい符号誤り率を与える識別レベルと識別位相との組合せの点を結ぶ等符号誤り率曲線をそれぞれ求める段階103と、両等符号誤り率曲線を比較して送信回路の出力波形を評価する段階104とを具えたものである。

(作用)

送信出力を識別する受信回路において等しい符号誤り率を与える、識別レベルと識別位相との組合せの点を結ぶ等符号誤り率曲線を求めて、これによって送信波形の評価を行うので、送信波形のアイオープニングの定量的な評価を行うことができ、また低い符号誤り率でのアイオープニングを把握することができる。さらに送信波形のパルス波形をPN信号とワード信号とに変化したときの等符号誤り率曲線を求め、両者を比較して符号間干渉量を測定するので、超高速においても、符号間干渉を正確に把握することができ、従って本発明によれば、送信出力波形の正確な評価を行うこ

とができるようになる。

〔実施例〕

第2図は本発明が適用される出力波形評価装置の構成を示したものである。同図においてパルスパターン発生器1は、測定のためのパルスパターンを発生する。光送信回路2はパルスパターン発生器1のパルスパターンを光信号として送信するものであり、本発明の測定方法において測定の対象とする被測定回路である。この場合、評価信号のパルスパターンとしては、00000000000011111111111111のRZ符号を用いた。ビットレートは1.8Gb/sである。光送信回路2の出力光は、光ファイバ3を介して光アッテネータ4に導かれ、光アッテネータ4において所要の減衰を受け、光アッテネータ4の出力光はさらに光ファイバ5を介して光受信回路6に加えられる。光受信回路6は、光-電気変換等化増幅器7、識別回路8、タイミング抽出回路9を含んでいる。光-電気変換等化増幅器7は光入力

信号を電気信号に変換し、所要の等化特性により等化と増幅とを行って等化信号出力Aを発生する。光-電気変換等化増幅器7の出力信号の一部は遅延回路10を経て遅延される。タイミング抽出回路9は、遅延回路10の出力信号からタイミング信号を抽出し、等化信号出力Aに対して遅延回路10で定まる位相角 θ を有するタイミング信号を出力する。識別回路8は光-電気変換等化増幅器7の出力に対し、識別レベル V_{th} を閾値として位相角 θ のタイミング信号によって識別を行って2値化された出力信号を発生する。識別回路8の出力信号は誤り検出器11に加えられて、符号誤り率を測定される。

(1) 第1の実施例

第2図に示された測定装置による出力波形の評価は、次の手順によって所与の符号誤り率 P_e1 の等符号誤り率曲線を測定することによって行われる。

① 識別回路8における識別タイミング位相 θ と識別レベル V_{th} とを適当に設定し、符号誤り率 P

$e1$ 以下となる点を見出す。

いま第3図に示すように、第2図のA点における等化波形において、このような点が求められたときの位相 θ 、レベル V_{th} をそれぞれ θ_0 、 V_{th0} とする。

② この状態で位相 θ を変化させて、符号誤り率が P_e1 以上となる位相 θ_1' を $\theta_1' < \theta_0$ の範囲について見出す。

③ 第4図に示すように、位相 θ を θ_1' より微小値 $\Delta\theta$ ずつ増加しながら符号誤り率を測定し、 P_e1 を過るときの位相 θ を θ_1 とする。

④ 再び位相 θ を変化させて、符号誤り率が P_e1 以上となる位相 θ_2' を $\theta_2' > \theta_0$ の範囲について見出す。

⑤ 第4図に示すように、位相 θ を θ_2' より微小値 $\Delta\theta$ ずつ減少しながら符号誤り率 P_e を測定し、 P_e1 を過るときの位相 θ を θ_2 とする。

⑥ 次に識別レベル V_{th} を微小値 ΔV_{th} だけ増加する。

⑦ 符号誤り率が P_e1 以下となる位相 θ があれ

ば、これを θ_0 とにおいて、上述の②～⑥の手順を繰り返す。

⑧ 識別レベル V_{th} を減少させる方向についても同様に、②～⑥の手順を行う。

⑨ ③、④で求めた位相 θ_1 、 θ_2 をすべて結んで、第5図に示すように符号誤り率 P_e1 の等符号誤り率曲線を得る。

このようにして求められた符号誤り率 P_e1 の等符号誤り率曲線は、第3図においてBで示すように等化波形のアイパターンにおけるアイオーブニングの内部に描かれ、識別レベル V_{th} と識別タイミング位相 θ とのある組合せの点の位置がこの曲線の範囲内であれば、そのときの符号誤り率が P_e1 以下となることが保証されることを示し、従って等符号誤り率曲線によって送信波形の評価を定量的に行うことができるようになる。

そしてこのようにして求められた等符号誤り率曲線によって、所与の送信回路出力波形を受信回路において識別して、所定の符号誤り率を得ようとする場合の識別レベル V_{th} と識別タイミング位

相 θ との選定範囲を定めることができる。

また送信回路の調整時においては、このようにして求められた等符号誤り率曲線の占める面積がなるべく大きくなるように送信回路の調整を行うことによって、送信波形の品質をより向上させることができる。特にアイパターンの観察のみによっては不可能な低い符号誤り率時の送信回路の調整に際して有効である。

さらに種々の符号誤り率について等符号誤り率曲線群を求めることによって、受信側で最良の符号誤り率によって受信を行うようにすることができるとともに、送信側の調整において等符号誤り率曲線群の形状によって、符号誤り率劣化の原因を推定することもある程度可能である。

(2) 第2の実施例

第2図に示された測定装置による符号間干渉の把握は、次の手順によって異なるパルス波形の光入力信号に對する、一定の符号誤り率における等符号誤り率曲線を求めて、これを比較することによって行うことができる。

(a) パルスパターン発生器1でPN信号(ランダムパターン)を発生させ、前述の①～⑨の手順によって符号誤り率 P_e について等符号誤り率曲線群を求める。

(b) パルスパターン発生器1でワード信号(例えば1, 0の繰り返しのパターン)を発生させ、前述の①～⑨の手順によって符号誤り率 P_e について等符号誤り率曲線群を求める。

(c) 上述の(a), (b)の測定結果を比較して、第6図に示すようにワード信号に対する等符号誤り率曲線Cの最大の開き b と、PN信号に対する等符号誤り率曲線Dの最大の開き a とから $(b-a)/b$ を求める。

このようにして求められた比 $(b-a)/b$ は、ワード信号に対するPN信号のアイ劣化を表し、これによって光送信回路出力波形における符号間干渉を評価することができる。

このようにして出力波形における符号間干渉の定量的な評価を行うことによって、出力波形の正確な評価を行うことができる。従来のサンプリング

グオシロスコープによる観測では、符号間干渉の定性的な評価しか行うことができず、超高速光通信システムにおいて必要とされる特性を満足しているか否かを知ることは困難であったが、本発明の方法では定量的な評価ができ、サンプリングオシロスコープによる目視の観測では測定困難であった、僅かな符号間干渉も正確に把握することができるようになる。

(発明の効果)

以上説明したように本発明の出力波形測定方法によれば、送信出力波形のアイオープニングを正しく評価することができるとともに、出力波形の符号間干渉を正確に把握することができるので、出力波形の評価を正しく行うことができ、特に超高速光送信回路および受信回路の調整と評価を行う上で極めて効果的である。

4.図面の簡単な説明

第1図は本発明の原理的構成を示す図、

第2図は本発明が適用される出力波形評価装置の構成を示す図、

第3図は等化出力波形と識別レベルおよび識別タイミング位相を示す図、

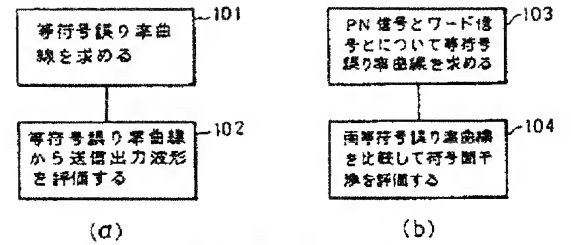
第4図は等しい符号誤り率を得る識別タイミング位相を求める手順を示す図、

第5図は等符号誤り率曲線を示す図、

第6図はワード信号に対する等符号誤り率曲線とその最大の開きおよびPN信号に対する等符号誤り率曲線とその最大の開きとを示す図である。

- 1 …パルスパターン発生器
- 2 …光送信回路
- 3, 5 …光ファイバ
- 4 …光アッテネータ
- 6 …光受信回路
- 7 …光-電気変換等化増幅器
- 8 …識別回路
- 9 …タイミング抽出回路
- 10 …遅延回路

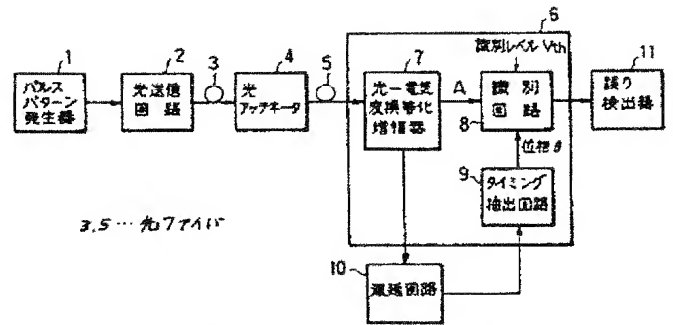
11…誤り検出器



本発明の原型的構成を示す図

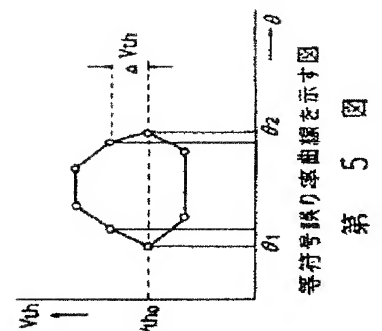
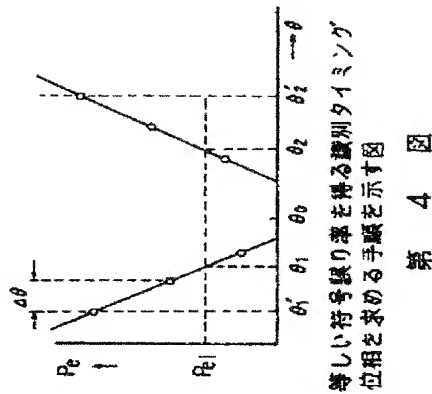
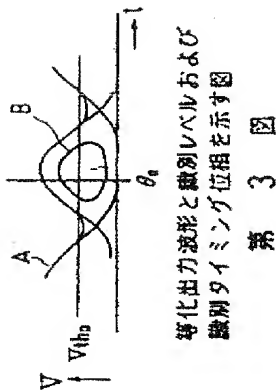
第 1 図

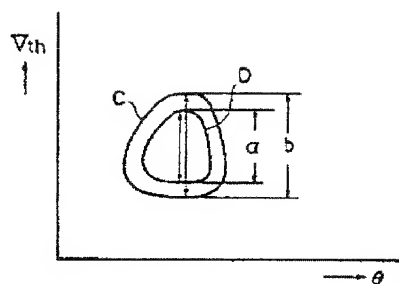
特許出願人 富士通株式会社
代理人 弁理士 玉島久五郎 (外 1 名)



本発明が適用される出力波形評価装置の構成を示す図

第 2 図





ワード信号に対する等符号誤り率曲線とでの最大の開きおよび
PN信号に対する等符号誤り率曲線とでの最大の開きとを示す図

第 6 図